

LASER WAVEGUIDE

Patent number: JP9243837 (A)

Publication date: 1997-09-19

Inventor(s): HONGO AKISHI; KASHIMURA SEIICHI

Applicant(s): HITACHI CABLE

Classification:

- international: G02B6/02; A61B18/20; A61N5/06; G02B6/032; G02B6/10; G02B6/02; A61B18/20; A61N5/06; G02B6/10; (IPC1-7): G02B6/02; A61B17/36; A61N5/06; G02B6/10; G02B6/20

- european:

Application number: JP19960057082 19960314

Priority number(s): JP19960057082 19960314

Abstract of JP 9243837 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a hollow waveguide type laser waveguide which is stable to an external environment and to which the execution of washing and sterilizing treatments is possible by sealing at least one end of the input and output ends of the hollow waveguide with a member which allows the transmission of a laser beam.

SOLUTION: The hollow waveguide 10 is inserted into a ferrule 11 which is bored through at its one end. The member (window) 12 which allows the transmission of the laser beam is mounted at the front end of the ferrule 11. The one end face of the hollow waveguide 10 is sealed by the window 12. The hollow waveguide 10 is adequately a metallic hollow waveguide into which a dielectric substance transparent at the wavelength band of the laser beam is inserted. The window 12 is preferably wholly or partly composed of quartz glass or sapphire.; The surface on the laser light source side of the window 12, i.e., the incident surface, is preferably formed of a surface sloped slightly obliquely from the incident laser beam.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-243837

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/02			G 0 2 B 6/02	C
A 6 1 B 17/38	3 5 0		A 6 1 B 17/38	3 5 0
A 6 1 N 5/06			A 6 1 N 5/06	
G 0 2 B 6/10			G 0 2 B 6/10	D
6/20			6/20	Z
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-57082

(22) 出願日 平成8年(1996)3月14日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 本郷 晃史

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 棚村 誠一

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(74) 代理人 弁護士 松本 孝

(54) 発明の名称 レーザ導波路

(57) 【要約】

【課題】 外部環境に対して安定で、しかも洗浄、殺菌処理を施すことができるレーザ導波路を提供する。

【解決手段】 中空導波路10はその一端が貫通されたフェルール11に挿入されており、そのフェルール11の先端にはレーザ光を透過する窓材(ウインド)12が装着され、中空導波路10の一端面がこのウインド12によって封止されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光が伝搬される中空導波路を備えたレーザ導波路において、前記中空導波路の入出力端のうち少なくとも一端が前記レーザ光を透過する部材によって封止されていることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項2】 レーザ光が伝搬される中空導波路を備えたレーザ導波路において、前記中空導波路の入力端が平板あるいは一面が斜めに傾斜した面をもつウィンドによって封止されていることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項3】 レーザ光が伝搬される中空導波路を備えたレーザ導波路において、前記中空導波路の出力端が円柱形、円錐形あるいは斜めに切断された面をもつレーザチップによって封止されていることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項4】 請求項3に記載のレーザ導波路において、前記中空導波路の出力端を封止するレーザチップは、屈折率が高い領域の外側に屈折率の低い領域を有する構造であることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項5】 レーザ光が伝搬される中空導波路を備えたレーザ導波路において、前記中空導波路の入出力端はともに前記レーザ光を透過する部材によって密閉封止され、前記中空導波路内部には乾燥した気体が充填されていることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のレーザ導波路において、前記中空導波路の少なくとも一端を封止する部材はその全部または一部が、石英ガラスまたはサファイアからなることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項7】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のレーザ導波路において、前記中空導波路は前記レーザ光の波長帯で透明な誘電体を内装した金属中空導波路であることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項8】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のレーザ導波路において、前記中空導波路は直管または曲がりをもつ金属製、セラミック製または硬質樹脂製のパイプに挿入されていることを特徴とするレーザ導波路。

【請求項9】 請求項1から請求項5のいずれかに記載のレーザ導波路において、前記中空導波路の封止端に他の中空導波路または光ファイバの端末が接続されていることを特徴とするレーザ導波路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、特に医療分野において有用な赤外長波長のレーザ光を伝送するレーザ導波路に関するもので、長尺伝送用あるいは照射領域（患部）に接近するプローブ用のレーザ導波路に適用されるものである。

【0002】

【従来の技術】 波長 $2\mu\text{m}$ 以上の赤外光は、医療、工業

加工、計測、分析、化学等様々な分野で利用されている。特に、波長 $2.94\mu\text{m}$ 帯の Er-YAG レーザ、 $5\mu\text{m}$ 帯の CO レーザ、 $10.6\mu\text{m}$ 帯の CO_2 レーザは、発振効率が高く高出力が得られ、また水に対しては大きな吸収をもつため、医療用のレーザ治療器の光源として極めて有用である。

【0003】 ところで、一般の通信用に使用されている石英系光ファイバは、波長 $2\mu\text{m}$ 以上では分子振動による赤外吸収が大きくなり極めて高損失となる。このためこれらのレーザ光を長距離伝送する導波路として石英系の光ファイバを使用することができない。

【0004】 現在、研究開発がなされている波長 $2\mu\text{m}$ 以上の赤外光用の導波路は、充実タイプのいわゆる赤外ファイバと中空導波路に大別できる。

【0005】 赤外ファイバの材料をさらに分類すると、重金屬酸化物ガラス (GeO_2 、 $\text{GeO}_2-\text{Sb}_2\text{O}_3$ 等)、カルコゲナイドガラス (As-S_2 、 As-Se 等)、そしてハロゲン化合物に分けられる。ハロゲン化合物は、さらにハライドガラス (ZnCl_2 、 CdF_2 、 BaF_2 、 ZrF_4 等)、結晶性金屬ハロゲン化合物 ($\text{KR}_2\text{S}-5$ 、 AgCl 、 AgBr 、 KCl 等) に分けられる。

【0006】 中空導波路も構造、材料、形状の観点から種々の導波路が提案、試作されている。その中に金属パイプ内部に伝送するレーザ光の波長帯で透明な誘電体を内装して内壁における反射率を高めた誘電体内装金属中空導波路は、特に大電力のエネルギー伝送に適しており工業用のレーザ加工や医療用のレーザメスに適用が検討されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 一般に医療用として使用されるレーザ導波路では、レーザ光の照射領域（患部）に接近する部分は汚染される可能性が高いため、長尺伝送用のレーザ導波路とハンドピース内部に納められる比較的短尺で交換可能なプローブ用のレーザ導波路に分割される。長尺伝送用のレーザ導波路は低損失であることが絶対条件であるが、プローブ用のレーザ導波路は、劣悪な環境のもとでも特性変化が小さく、また洗浄あるいは滅菌処理が可能で再使用できることが望ましい。

【0008】 前記した赤外光伝送用の光ファイバや中空導波路は長尺伝送用のレーザ導波路としては低損失であるので適しているが、プローブ用のレーザ導波路には必ずしも適当ではない。

【0009】 まず充実タイプの赤外ファイバは、一般に通信用の石英系光ファイバと比較して信頼性が低い。使用する雰囲気や劣悪なところ特に湿度の高いところでは、溶解性を示したりガラス質が結晶化したりして光学的及び機械的特性の劣化が著しい。またカルコゲナイドガラスなど材料によっては毒性のあるものがあり、この

ような材料からなる光ファイバを医療用として使用する場合には人体と完全に隔離しなければならぬ。

【0010】一方、中空導波路は構成材料そのものは外部雰囲気に対し比較的安定であるが、構造上導波路内部へ酸素や水分が侵入しやすく光学特性を劣化させる危険性がある。

【0011】このように、特に医療用として使用する場合には照射領域（患部）近傍まで接近するハンドピース内部に納められるプローブ用のレーザ導波路としては、前述の赤外ファイバや中空導波路をそのまま使用することは困難である。

【0012】例えば現在歯科用として使われているE-YAGレーザ治療器の場合は、長尺伝送用のフッ化物ファイバの出射端に長さ約数cmのプローブ用石英ファイバを接続している。フッ化物ファイバは特に水分に弱いため、水分が付着する可能性が高いプローブ用のレーザ導波路として適用できない。このようにフッ化物ファイバは長尺伝送用のレーザ導波路にのみ適用され、その先端は外部に露出しないようにしている。石英ファイバは高温または高湿な環境でもその光学的及び機械的物性は安定している。また洗浄、消毒が容易にできるので再使用が可能である。しかしながら前述のように、短尺といえども石英材料では損失が大きくわずかに数cmでも透過率は60%程度に低下してしまう。このため長尺伝送が可能なるレーザ導波路の性能向上はもとより、洗浄、消毒が可能で再利用ができるプローブ用のレーザ導波路の損失低減も求められている。

【0013】本発明の目的は、上記従来技術の問題点に鑑み、外部環境に対して安定でしかも洗浄、殺菌処理を施すことができる中空導波路型レーザ導波路を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、中空導波路を長尺用のレーザ導波路ばかりでなく、プローブ用のレーザ導波路にも適用できる構造にしたものである。すなわち低損失な中空導波路の少なくとも一端を伝送されるレーザ光に対して透明な部材で封止することによって、低損失で信頼性の高いレーザ導波路を実現したものである。

【0015】上記構成によれば、湿度、粉塵に等々多く含む外部環境に曝されてもレーザ導波路の光学特性に影響を受けず、寿命、信頼性が向上する。また汚染される可能性の高いハンドピース内に納められるプローブ用のレーザ導波路として使用するれば、ハンドピースの洗浄、殺菌処理を行うことが可能で感染の危険性を無くし繰り返し使用ができる。

【0016】また封止用の部材は、導波路の信頼性を高めると同時に、戻り光からレーザ光源を保護したり、また切削効率や取り扱い安全を向上させるレーザチップの傷きも兼ねることが可能である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。

【0018】図1は、本発明のレーザ導波路の一実施形態を示す縦断面図である。中空導波路10はその一端が貫通されたフェルル11に挿入されており、そのフェルル11の先端にはレーザ光を透過する部材（ウィンド）12が装着され、中空導波路10の一端面がこのウィンド12によって封止されている。中空導波路10としてはレーザ光の波長帯で透明な誘電体を内装した金属中空導波路が特に好適である。フェルル11は例えば光通信用として使用されているようなF型コネクタなどに組み込まれる。これによってこの導波路先端から水や粉塵が侵入することはない。

【0019】図1ではウィンド12の直径は導波路内径よりも大きい場合を示したが、ウィンドの直径を中空導波路内径に合わせ、円柱上のウィンドを中空導波路の中空部分にはめ込んでもよい。また図1では平板状のウィンドの例を示したが、ウィンドの2つの面のうちレーザ光源側の面すなわち入射面を入射するレーザ光に対し僅かに斜めに傾斜させればウィンドからの反射光が直接レーザ光源に戻ることがなくなり、光源の光学系の損傷を防ぐことができる。

【0020】また、図1ではフェルル11及びウィンド12を中空導波路10の一端にのみ設けているが、これを中空導波路10の両端に取り付ければ中空導波路10の内部は完全に密閉される。赤外領域で発振するレーザ光は特に水により吸収され、吸収されたレーザ光は全て熱に変換される。そのため密閉された中空導波路10の内部にあらかじめ水分を除去した空気、窒素、アルゴンなどの乾燥ガスを充填しておくことは、導波路の寿命をのばすことに効果がある。

【0021】以上の実施の形態では本発明を主に長尺伝送用のレーザ導波路に適用した場合について説明したが、本発明をハンドピース内に納められるプローブ用レーザ導波路に適用することも可能であり、その場合には劣悪な環境に曝される可能性が高いので本発明の効果はさらに顕著に発揮される。

【0022】図2を用いて本発明を主にプローブ用のレーザ導波路に適用した場合の実施の形態を説明する。

【0023】同図に示すように、レーザ導波路は長尺伝送用レーザ導波路20とプローブ用レーザ導波路21からなり、これらの導波路はハンドピース22の根元付近で接続されている。プローブ用レーザ導波路21は中空導波路に限定されるが、長尺伝送用レーザ導波路20は中空導波路とは限らず例えばフッ化物ファイバ、結晶性ハロゲン化金属ファイバなど外部環境の影響を受けやすい実用タイプの光ファイバでも用いることができる。プローブ用のレーザ導波路21は短尺であるが損失をできるだけ小さく抑えるため、長尺伝送と同様に誘電体内

5

装金属中空導波路が特に好適である。

【0024】プローブ用レーザ導波路21の入射側は、プローブ用レーザ導波路の入射側フェルル23によって固定されその先端はウィンド24によって封止されている。プローブ用レーザ導波路の入射側フェルル23は長尺伝送用レーザ導波路の出射側フェルル25と接続用スリーブ26の内部で突き合わせ接続されている。但し長尺伝送用レーザ導波路20として中空導波路を使用しその内部に乾燥または冷却用のガスを流して使用する場合には、ギャップの無い突き合わせ接続ではなく、それぞれフェルル23、25の間にガス流出用のギャップを設ける必要がある。このような場合にはフェルル23、25の間にボールレンズ(図示せず)を挿入し長尺伝送用レーザ導波路20から出射されるレーザ光を再度集光してプローブ用レーザ導波路21に入光すればよい。

【0025】一方、プローブ用レーザ導波路21の出射側は、プローブ用レーザ導波路出射側フェルル27によって固定されその先端はレーザチップ28によって封止されている。このレーザチップ28はウィンド24と同様にレーザ光を透過する材質で形成されている。図2ではレーザチップの形状が円錐形の場合を示しているが、後述するようにその形状はレーザ照射の目的、被照射部の位置、形状などによって選択される。

【0026】プローブ用レーザ導波路21は機械的強度を保つために硬質の金属、セラミック、または樹脂の保護パイプ29に挿入されている、この保護パイプ29は図2の実施例で示したような屈曲形状のパイプに限定されず、レーザ照射の目的、被照射部の位置、形状などによって直管や一様曲りのパイプなどの形状のものも選択される。細径で柔軟性に富むプローブ用レーザ導波路21は、保護パイプ29の形状に従って固定される。

【0027】このようにプローブ用レーザ導波路21は入射側のウィンド24と出射側のレーザチップ28によって安全に密閉される。そのためハンドピース外部は水分や粉塵に曝される可能性が高いがその内部のプローブ用レーザ導波路21は外部環境の影響を受けない。また長尺伝送用レーザ導波路20とプローブ用レーザ導波路21とは容易に分離できるので、先端のハンドピース2のみを取り外し洗浄滅菌処理することができる。

【0028】ところで前述のようにプローブ用レーザ導波路21先端に取り付けられるレーザチップ28は中空導波路を密閉封止するだけでなく、切削効率などレーザ光照射の効果を高める作用を助長する。そのためレーザチップの形状はレーザ照射の目的、被照射部の位置、形状などによって決定される。図3にその各種形態を示す。

【0029】図示するようにレーザチップは、先端のつがった円錐形レーザチップ32、円柱形レーザチップ33、あるいは斜めカットレーザチップ34などが種々の

6

目的、使用条件に合わせて特に有効に使われる。円錐形レーザチップ32は、レーザチップを微小空間内に挿入して照射する場合や先端を接触させてチップ先端で機械的にも切開する場合に特に好適である。円柱形レーザチップ33は比較的広い領域に一様にレーザ光を照射する場合に好適である。また斜めカットレーザチップ34は、レーザ光が斜めカット面で反射されて側射されるので、プローブ用レーザ導波路が直接届かない表面などの照射用に適している。

【0030】これらのレーザチップはどれも長さ5mm以下である。そのため例えばE-YAGレーザ光の場合には化学的に安定でしかも機械的強度に優れた石英ガラスやサファイアを材料として使用することができる。前述のように石英ファイバをプローブ用のレーザ導波路として使用すれば長さ数cmでも損失はかなり大きく減ってしまう。しかしプローブ用のレーザ導波路には低損失な中空導波路を使用し先端のレーザチップのみを石英ガラスで形成すれば、その長さは十分短いので石英ガラス材料による吸収損失は実用上支障のない程度に抑えられる。サファイア材料を使用する場合はチップ形状の加工は石英よりも難しくなるが、吸収損失はさらに小さくまた硬度が大きいのでチップ表面に傷が付きにくいなどの特長がある。レーザチップに入光するレーザ光はレーザチップと空気との境界で反射され、より先端方向へ導かれる。通常レーザチップの屈折率は空気の屈折率よりも十分大きくレーザチップと空気との境界では全反射が起こる。しかしながら水分や蒸散物質などが付着して付着点からレーザ光が漏洩し所望の位置に照射できなくなる場合がある。このような場合にはレーザチップの汚れを除去すれば容易に解決できる。しかしレーザチップの外側にそれよりも屈折率の低い材料をコーティングして屈折率の高い領域とその外側の屈折率の低い領域を形成すればレーザチップに付着する汚染物質の影響は低減される。

【0031】

【発明の効果】以上要するに、本発明によれば次のような優れた効果を発揮する。

【0032】(1) レーザ導波路として密閉された中空導波路が使用されるので、湿度、粉塵などを多く含む外部環境に曝されても導波路の光学特性が損なわれず寿命、信頼性が向上する。

【0033】(2) 汚染されたハンドピース部分の洗浄、殺菌処理を行うことが可能となり感染の危険性無く再使用できる。

【0034】(3) ハンドピース部分のプローブ用導波路で生じるレーザ光の損失を抑え、また先端に適宜なレーザチップを装着することによって切削効率などレーザ光照射の効果を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザ導波路の一実施形態を示す断面

面図である。

【図2】本発明をプローブ用レーザ導波路に適用した一実施形態を示す縦断面図である。

【図3】本発明に使用されるレーザチップの各種形態を示す縦断面図である。

【符号の説明】

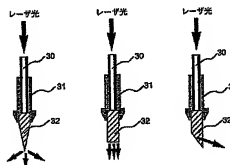
- 10 中空導波路
- 11 フェルール
- 12 ウインド
- 20 長尺伝送用レーザ導波路
- 21 プローブ用レーザ導波路
- 22 ハンドピース

- * 23 プローブ用レーザ導波路入射側フェルール
- 24 ウインド
- 25 長尺伝送用レーザ導波路出射側フェルール
- 26 接続用スリーブ
- 27 プローブ用レーザ導波路出射側フェルール
- 28 レーザチップ
- 29 保護パイプ
- 30 プローブ用レーザ導波路
- 31 プローブ用レーザ導波路出射側フェルール
- 10 32 円錐形レーザチップ
- 33 円柱形レーザチップ
- * 34 斜めカットレーザチップ

【図1】



【図3】



【図2】

